

明 細 書 10/587594
IAP11 Rec'd PCT/JP 31 JUL 2006

コロナ放電型イオナイザ

5 [技術分野]

本発明は、イオンバランス制御機能を有するコロナ放電型イオナイザに関する。

[背景技術]

半導体等の電子デバイス（以下、単に電子デバイスという）の製造プロセスにおいて、この電子デバイスに静電気が発生すると、電子デバイスが高電圧静電気により静電破壊されるという障害、または、気体中に浮遊する微粒子が電子デバイスの半導体回路に吸引付着して半導体回路の短絡を引き起こすという障害（以下、これらを単に静電気障害という）が起こる。このような静電気障害が、電子デバイスの製造歩留りを低下させる大きな原因となっている。

この問題は、クリーンルーム内の浮遊物を全て除去できれば解決できるが實際上困難であり、そこで電子デバイスに帯電する静電気を除電することにより解決を図っている。

除電には従来からコロナ放電型イオナイザが広く用いられている。コロナ放電により生成されたプラスイオンまたはマイナスイオン（以下プラスイオンまたはマイナスイオンを総称するときは単にイオンという。）は、被除電物へ到達するように噴射され、製造中の電子デバイスに吹き付けられる。この際、場合によっては被除電物へ向けて送風することもある。そして、吹き付けられたイオンにより、電子デバイスに帯電する電荷と異極のイオンを結合させることで除電し、静電気障害の発生を未然に防止している。

コロナ放電型イオナイザでは直流電源電圧を用いる方式と交流電源電圧を用いる方式とがあるが、交流型のコロナ放電型イオナイザでは、特に周波数の設定に配慮する必要がある。交流電圧の周波数は、具体的には約 10 kHz よりも低周波数の交流電圧を印加する。これはプラスイオンとマイナスイオンとの再結合を防止するためである。交流電圧の周波数が約 10 kHz を下回るならば、たとえば、プラス電圧の間に生成されたプラスイオンはクーロン力により加速して充分遠くに射出されているため、後に生成されるマイナスイオンにより再結合されるといような事態はなく、除電能力に変化はない。しかしながら、約 10 kHz を上回るとプラスイオンの生成直後ですぐマイナスイオンが生成されて近傍にある異極同士のイオンで再結合され、イオンの射出量、ひいては被除電物への到達量が減少する。したがって、交流周波数を 10 kHz より下回るように設定する必要がある。

そして、交流型のコロナ放電型イオナイザでは一般的にプラスイオンよりもマイナスイオンを多く生成する傾向にあるため、プラスイオンとマイナスイオンとを電氣的に等しい量を出すようにするイオンバランス制御を行う必要があるが、従来技術ではエミッタへの印加電圧に、オフセット電圧を加えることでプラスイオンとマイナスイオンとを等量にしていた。コロナ放電型イオナイザはこのようなものである。

さて、近年の半導体デバイスの高集積化や微細化に伴って、半導体デバイスの電源電圧は低下する傾向にある（例えば、5 V だった電源電圧が 3 V になるような状況である）。その結果、半導体デバイスは外部ノイズの影響を受けやすくなって、半導体デバイスの S/N 比は低下することが懸念されている。そこで、交流型のコロナ放電型イオナイザでは低ノイズ化を目的として、交流電源に圧電トランスの使用が検討されている。

しかしながら、圧電トランスの出力電圧は、その構造上、入力側でオフセット電圧を印加しても出力側に現れないため、上記したようなオフセット電圧の印加によるイオンバランス制御が困難である。このように、圧電トランス交流型のコロナ放電型イオナイザでは他のイオンバランス
5 制御方法が必要となっている。

本発明者等は、このような圧電トランス式イオナイザのイオンバランス制御について鋭意研究実験を行っており、この点について考察した論文を非特許文献1（草刈 聡、岡野一雄、「圧電トランス式イオナイザのイオンバランス制御」、平成15年9月11日、2003年静電気学会全国大会講演集）として開示している。
10

先に説明したように、圧電トランス式のイオナイザでは、さらなる低ノイズ化が求められている。しかも、安価な構成であればなお好ましい。

そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、構成に特別な変更をすることなく簡易な構成で効果の高い
15 イオンバランス機能を付加して圧電トランスの使用を可能とし、低ノイズ化を実現したコロナ放電型イオナイザを提供することにある。

[発明の開示]

上記の課題を解決するため、請求項1の発明に係るコロナ放電型イオ
20 ナイザは、コロナ放電により生成したイオンを被除電物へ照射するコロナ放電型イオナイザにおいて、エミッタと、エミッタに電圧を印加する電圧供給部と、コントロール電極電圧が印加される、または、接地されてゼロ電位となる円環状のコントロール電極と、エミッタの周りを覆う円筒部を含むように形成されるシールド体と、を備え、シールド体の円
25 筒部内であってイオンバランスを平衡にする位置にコントロール電極が配置され、シールド体の筒内径を D_s とし、また、コントロール電極の

環外径を D_c とした場合、 $2D_c < D_s$ を満たすことを特徴とする。

また、請求項 2 の発明に係るコロナ放電型イオナイザは、請求項 1 に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、エミッタ側から被除電物側へ向けて送風する送風部を備えることを特徴とする。

- 5 また、請求項 3 の発明に係るコロナ放電型イオナイザは、請求項 2 に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、前記送風部は、エミッタが突出する送風口以外は外界から覆うような空間を形成するとともに接地されてシールド体を兼ねる送風管と、送風管と流路が連通する送風手段と、を備え、送風管は、送風手段により内部が加圧送風されたときに送
- 10 風口から被除電物に向けて送風し、かつ静電シールド機能によりエミッタから発生する電界を遮蔽することを特徴とする。

- また、請求項 4 の発明に係るコロナ放電型イオナイザは、請求項 1 ～請求項 3 の何れか一項に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、前記エミッタに略筒状に覆うように被覆される絶縁被覆部と、を備え、前記
- 15 コントロール電極の環内周面が絶縁被覆部に接触して配置されることを特徴とする。

- また、請求項 5 の発明に係るコロナ放電型イオナイザは、請求項 1 ～請求項 4 の何れか一項に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、前記エミッタは、中空管状であって先端にノズルが形成され、ノズルから気
- 20 体を噴射する管状エミッタであることを特徴とする。

以上のような本発明によれば、構成に特別な変更をすることなく簡易な構成で効果の高いイオンバランス機能を付加して圧電トランスの使用を可能とし、低ノイズ化を実現したコロナ放電型イオナイザを提供することができる。

図 1 は、本発明を実施するための最良の形態のコロナ放電型イオナイザの構成図である。

図 2 は、コントロール電極の位置を変化させたコロナ放電型イオナイザの要部説明図である。

5 図 3 は、コントロール電極の位置を変化させたコロナ放電型イオナイザの要部説明図である。

図 4 は、コントロール電極の位置をパラメータとするコントロール電極電圧－イオンバランス電圧特性図である。

図 5 は、コントロール電極の内径を変化させたコロナ放電型イオナイザの要部説明図である。

図 6 は、コントロール電極の内径を変化させたコロナ放電型イオナイザの要部説明図である。

図 7 は、他の形態のコロナ放電型イオナイザの構成図である。

図 8 は、他の形態のコロナ放電型イオナイザの構成図である。

15

[発明を実施するための最良の形態]

続いて、本発明を実施するための最良の形態について図に基づいて説明する。図 1 は本形態のコロナ放電型イオナイザ 10 の構成図である。

本形態のコロナ放電型イオナイザ 10 は、図 1 で示すように、交流電源 1、送風管 2、電圧供給線 3、送風手段 4、エミッタ 5、コントロール電極 6、可変電圧供給部 7 を備えている。そして、コロナ放電型イオナイザ 10 は、被除電物 20 にイオンを吹き付けて除電する、というものである。

交流電源 1 は、電圧供給部であり、エミッタ 5 に高電圧を印加する。この交流電源 1 には図示しないが圧電トランスが含まれており、低ノイズ化が図られている。

送風管 2 は、送風手段 4 から加圧送風された圧縮空気を送風口 2 a から噴射する。また、エミッタ 5 の周りを覆う円筒部を含むように形成される（円筒部は図 1 では上下方向に伸びる筒である）。この送風管 2 はグラウンド接地されてゼロ電位とされており、エミッタ 5 から発生する電界をシールドするシールド体としての機能を有している。

電圧供給線 3 は、交流電源 1 からの交流電圧をエミッタ 5 に印加する。

送風手段 4 は、コンプレッサやファンであり、送風管 2 内を加圧する。これら送風管 2 と送風手段 4 とにより、エミッタ 5 側から被除電物 20 側へ向けて送風する送風部を形成する。

- 10 エミッタ 5 は、先端に尖り先である尖状部が形成されている。なお、エミッタ 5 は、尖状部がない単なる棒状であっても良い。

コントロール電極 6 は、円環状に形成され、可変電圧供給部 7 からコントロール電極電圧が印加される。コントロール電極 6 は高電圧が印加されるエミッタ 5 との間に高圧電界を形成する。

- 15 可変電圧供給部 7 は、イオンバランスを最適にするコントロール電極電圧を供給するため、電圧を調整できるようになされている。

被除電物 20 は、例えば、電子デバイスの製造工場において、製造ラインを流れる電子デバイスなどであり、正電荷あるいは負電荷の何れか一方に帯電している。この傾向は、例えば製造装置や製造ライン等の機械に起因するものである。

続いて、イオンバランス制御について概略説明する。本発明者等は鋭意研究・実験を行って、オフセット電圧の調整によるイオンバランス制御に代えて、エミッタ 5 の先端を基準高さとし、コントロール電極 6 の上下方向の位置を変化させることでイオンバランス制御が可能であること
25 とを知見した。このようなイオンバランス制御について図を参照しつつ説明する。図 2、図 3 はコントロール電極 6 の位置を変化させたコロナ

放電型イオナイザの要部説明図、図4はコントロール電極6の位置をパラメータとするコントロール電極電圧ーイオンバランス電圧特性図である。

図4の特性は、図1で示したコロナ放電型イオナイザ10で、被除電物20に代えて、図示しないイオンバランス電圧計測装置（例えば静電プレートモニター：CPM）をエミッタ5によるイオン噴射方向（図1，図2，図3では下側方向）に配置し、コントロール電極電圧を変化させてイオンバランス電圧計測装置がイオンバランス電圧（プラスイオンが多ければプラス電圧に、マイナスイオンが多ければマイナス電圧となる）を計測するものである。この場合、パラメータとしてコントロール電極位置を変化させるものであり、例えば、図2で示すように、エミッタ5の先端の基準高さ（0）からコントロール電極6をエミッタ5側へ移動させる方向（図2では上側方向）はマイナス方向（ $L < 0$ ）であり、また、エミッタ5の先端の基準高さ（0）からコントロール電極6を送風口2a側へ移動させる方向（図3では下側方向）はプラス方向（ $L > 0$ ）である。

そして、特性は、図4で示すように、コントロール電極6の位置が変化するにつれて、イオンバランス電圧が変化する傾向を示しており、例えば、コントロール電極電圧とイオンバランス電圧とが共にほぼ0になるような比例関係を有する位置は、 $L = \pm 5 \text{ mm}$ という二箇所である。

$L = -5 \text{ mm}$ 、つまり、図2で示すように、コントロール電極6をエミッタ5が貫通する位置であり、イオンバランス電圧が0（つまりプラスイオンおよびマイナスイオンが等量である）となって、イオンバランスがとれている。

これは、プラスイオンよりも移動度の高いマイナスイオンがコントロール電極6に優先的に吸引されてイオンバランスがとれたためと考えら

れる。

同様に、 $L = +5\text{ mm}$ 、つまり、図 3 で示すように、コントロール電極 6 がエミッタ 5 の下側に離れて位置する状態でイオンバランス電圧が 0（つまりプラスイオンおよびマイナスイオンが等量である）となつて、
5 イオンバランスがとれている。

これは、コントロール電極 6 に吸引されるプラスイオンとマイナスイオンの割合は、コントロール電極 6 へ印加している電圧と位置に依存するが、特にこの位置ではコントロール電極電圧を 0 V とした場合にイオンバランスが制御できているものと考えられる。

10 なお、この L の値は実験装置の構造・コントロール電極 6 の径などに影響されて値が異なるが、先に説明したように $-L\text{ mm}$ （コントロール電極 6 をエミッタ 5 が貫通する位置）と $+L\text{ mm}$ （コントロール電極 6 がエミッタ 5 と離れた位置）でイオンバランス電圧が 0 となつてイオンバランス制御できる。

15 なお、通常はイオンバランス電圧が 0 となるように、コントロール電極電圧を調整する必要があるが、特にコントロール電極電圧およびイオンバランス電圧が共に 0 になる位置にコントロール電極を配置した場合には、コントロール電極電圧の調整機能は不要となり、その位置でコントロール電極 6 を接地するような構成としても良い。

20 また、イオンバランスする箇所が $\pm L\text{ mm}$ の二箇所となるが、電界形成が容易なことから、 $-L\text{ mm}$ （コントロール電極 6 をエミッタ 5 が貫通する位置）の方が好ましい。

続いてこのような原理に基づくコロナ放電型イオナイザ 10 の動作について概略説明する。

25 送風手段 4 により送風管 2 内が加圧されて送風口 2 a から送風される。送風される気体は非反応性ガスや空気などである。このような状況下、

交流電源 1 から電圧供給線 3 を介してエミッタ 5 に交流の高電圧が印加されると、エミッタ 5 の周辺はコロナ放電によりプラズマ状態となって空気または非反応性ガスの気体分子からプラスイオンと電子が生成され、電子が他の分子に付着してマイナスイオンを生成する。ここにコントロール電極 6 の位置・コントロール電極電圧は、イオンバランスが取れている位置に予め調整されているものとする。

まず、プラスの高電圧が印加されたならば、生成されたプラスイオンはプラスの電界から受けるクーロン力により射出され、続いて、マイナスの高電圧が印加されたならば、生成されたマイナスイオンがマイナスの電界から受けるクーロン力により射出される。このように交流型のコロナ放電型イオナイザ 10 ではプラスイオンとマイナスイオンとが交互に生成され、イオンバランスが均衡したプラスイオンとマイナスイオンとが被除電物 20 に照射されて、除電が行われる。

このような本形態では、シールド体を兼ねる送風管 2 の管内径を D_s とし、また、コントロール電極 6 の環外径を D_c とした場合、 $2D_c < D_s$ を満たすことが好ましい。この点について説明する。図 5、図 6 はコントロール電極の内径を変化させたコロナ放電型イオナイザの要部説明図である。

図 6 で示すようにコントロール電極 6 の環外径が大きい場合、接地されてシールド体を兼ねている送風管 2 の管内周とコントロール電極 6 の環外周とが近接して電界を形成してしまい、エミッタ 5 とコントロール電極 6 とで電界を形成できなくなってイオンが生成できなくなるという問題があった。

そこで、コントロール電極 6 の環外径を充分小さくして、図 5 で示すように送風管 2 の管内周とコントロール電極 6 の環外周とが充分に離れて電界を形成しないようにして、エミッタ 5 とコントロール電極 6 とで

確実に電界を形成するようにしている。

本発明者等は、図 5 で示すように送風管 2 の管内周とコントロール電極 6 の環外周とで電界を形成することなく、かつエミッタ 5 とコントロール電極 6 とで確実に電界を形成する条件を検討し、シールド体を兼ねる送風管 2 の管内径 D_s とし、また、コントロール電極 6 の環外径を D_c とした場合、少なくとも $2D_c < D_s$ を満たすような場合には確実にエミッタ 5 とコントロール電極 6 とで電界を形成することを知見した。

このような条件を満たすコロナ放電型イオナイザ 10 ではイオンバランス制御とともに確実に十分な量のイオン生成を行うことができる。

続いて、他の形態について図を参照しつつ説明する。図 7 は他の形態のコロナ放電型イオナイザの構成図である。図 7 で示すように、エミッタ 5 の尖状部のみ露出させ、かつ尖状部以外は略筒状の絶縁被覆部 61 で覆って電氣的に絶縁している。そしてコントロール電極 6 の環内周面が絶縁被覆部 61 の外周面に接触した状態で配置されている。好ましくは、コントロール電極 6 と絶縁被覆部 61 とでは隙間等を生じさせないで全面的に接触させて、放電の発生を防ぐ。

このような本形態ではエミッタ 5 の外周面とコントロール電極 6 の環内周面とを極力近づけることができ、エミッタ 5 とコントロール電極 6 とで電界を確実に形成する。

また、絶縁被覆部 61 が仮にないとすると、エミッタ 5 の外周面とコントロール電極 6 を近づけすぎると高圧の放電によりエミッタ 5 やコントロール電極 6 の劣化やコンタミネーションが懸念されるが、本形態のように絶縁被覆部 61 を介在させれば放電が発生しないため、劣化やコンタミネーションを抑えることができる。

続いて、他の形態について図を参照しつつ説明する。図 8 は他の形態

のコロナ放電型イオナイザの構成図である。本形態ではエミッタが、図 8 で示すように、中空管状であって先端にノズルが形成されており、さらにエアが噴出する管状エミッタ 5 1 の尖状部を露出させ、かつこの尖状部以外は絶縁被覆部 6 1 で覆って電氣的に絶縁している。そしてコントロール電極 6 の環内周面が、略筒状の絶縁被覆部 6 1 の外周に接触した状態で配置されている。好ましくは、コントロール電極 6 と絶縁被覆部 6 1 とでは隙間等を生じさせないで全面的に接触させて、放電の発生を防ぐ。

このような本形態ではエミッタ 5 の外周面とコントロール電極 6 の環内周面とを極力近づけることができ、エミッタ 5 とコントロール電極 6 とで電界を確実に形成する。

また、本形態のように絶縁被覆部 6 1 を介在させて放電が発生しないようにしており、劣化やコンタミネーションを抑えることができる。

また、細いノズルを通過させてエアの噴射速度を高めてイオンを確実に被除電物 2 0 に到達させることができる。

以上、本発明のコロナ放電型イオナイザについて説明した。なお、本発明では各種の変形が可能であり、例えば、図 1 では送風を送風管 2 および送風手段 4 の送風部により行っているが、送風が無くともイオンはクーロン力により噴射されるため、送風手段 4 を取り去ってエミッタ 5 を単に管の中に配置した構成としても良い。

また、図 5 に示したコロナ放電型イオナイザにおいて、図 8 で説明した管状エミッタ 5 1 を、図 5 のエミッタ 5 に代えた構造を採用しても良い。この場合も、細いノズルを通過させてエアの噴射速度を高めてイオンを確実に被除電物に到達させることができる。

25 以上説明した本形態のコロナ放電型イオナイザ 1 0 は、オフセット電圧を用いることなくイオンバランス制御が可能となったため、オフセッ

ト電圧を利用できない圧電トランスを用いることが可能となって、低ノイズ化を実現することができる。

請求の範囲

1. コロナ放電により生成したイオンを被除電物へ照射するコロナ放電型イオナイザにおいて、
- 5 エミッタと、
エミッタに電圧を印加する電圧供給部と、
コントロール電極電圧が印加される、または、接地されてゼロ電位となる円環状のコントロール電極と、
エミッタの周りを覆う円筒部を含むように形成されるシールド体と、
- 10 を備え、
シールド体の円筒部内であってイオンバランスを平衡にする位置にコントロール電極が配置され、シールド体の筒内径を D_s とし、また、コントロール電極の環外径を D_c とした場合、 $2D_c < D_s$ を満たすことを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。
- 15 2. 請求項1に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、
エミッタ側から被除電物側へ向けて送風する送風部を備えることを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。
3. 請求項2に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、
前記送風部は、
- 20 エミッタが突出する送風口以外は外界から覆うような空間を形成するとともに接地されてシールド体を兼ねる送風管と、
送風管と流路が連通する送風手段と、を備え、
送風管は、送風手段により内部が加圧送風されたときに送風口から被除電物に向けて送風し、かつ静電シールド機能によりエミッタから発生
- 25 する電界を遮蔽することを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。
4. 請求項1～請求項3の何れか一項に記載のコロナ放電型イオナイザに

において、

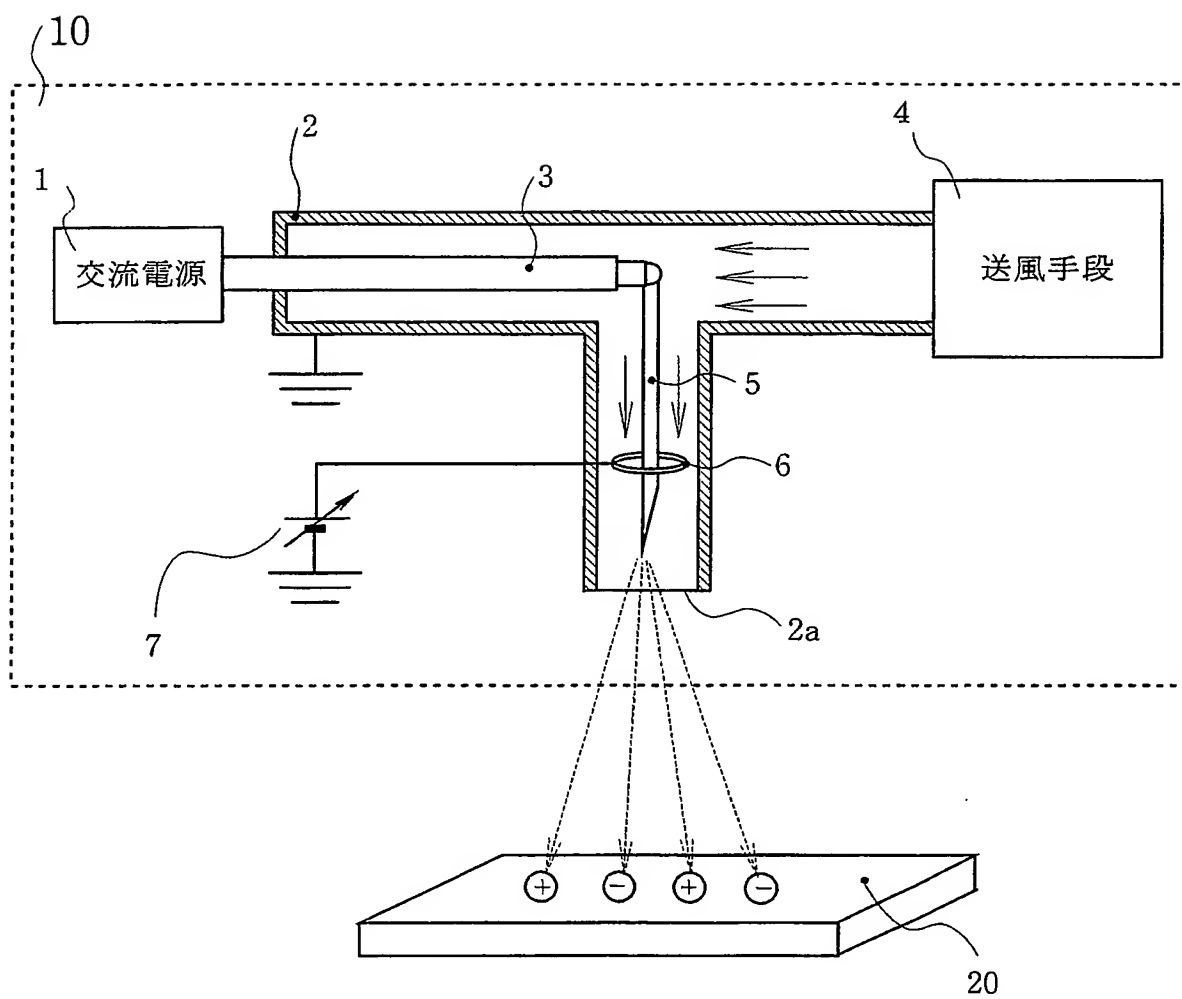
前記エミッタに略筒状に覆うように被覆される絶縁被覆部と、

を備え、前記コントロール電極の環内周面が絶縁被覆部に接触して配置されることを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。

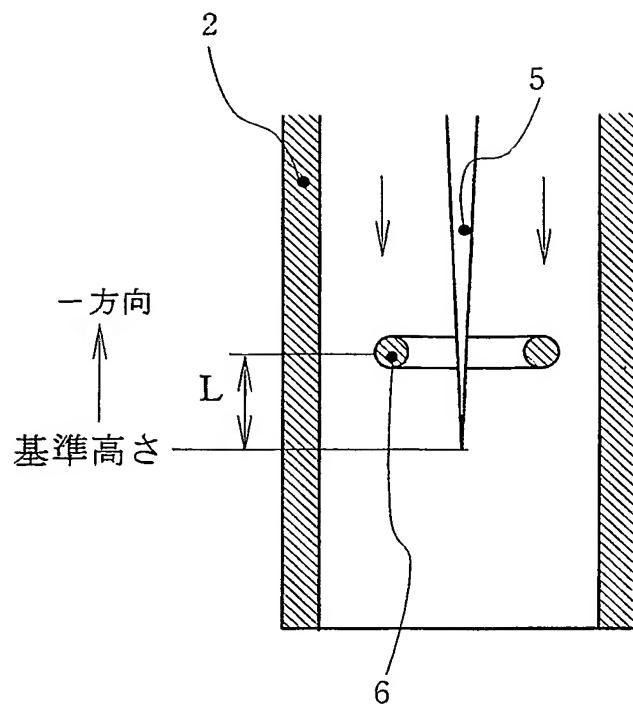
- 5 5. 請求項 1 ～ 請求項 4 の何れか一項に記載のコロナ放電型イオナイザにおいて、

前記エミッタは、中空管状であって先端にノズルが形成され、ノズルから気体を噴射する管状エミッタであることを特徴とするコロナ放電型イオナイザ。

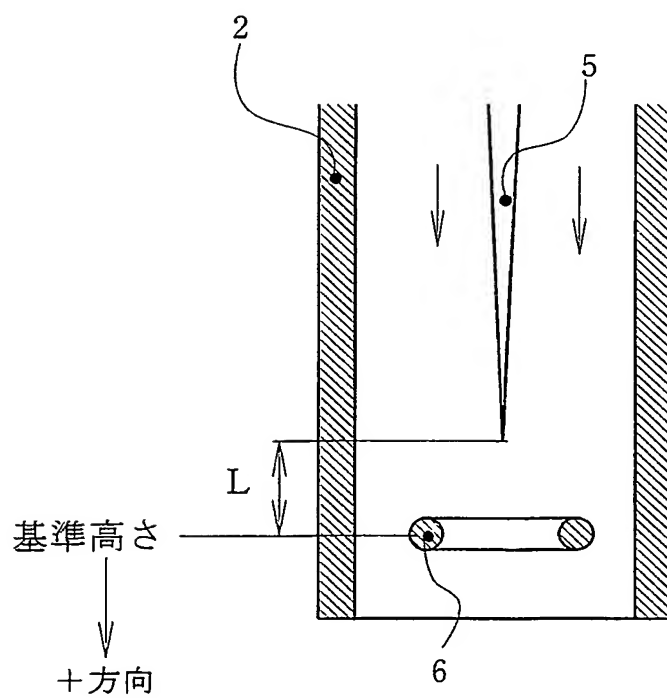
【図 1】



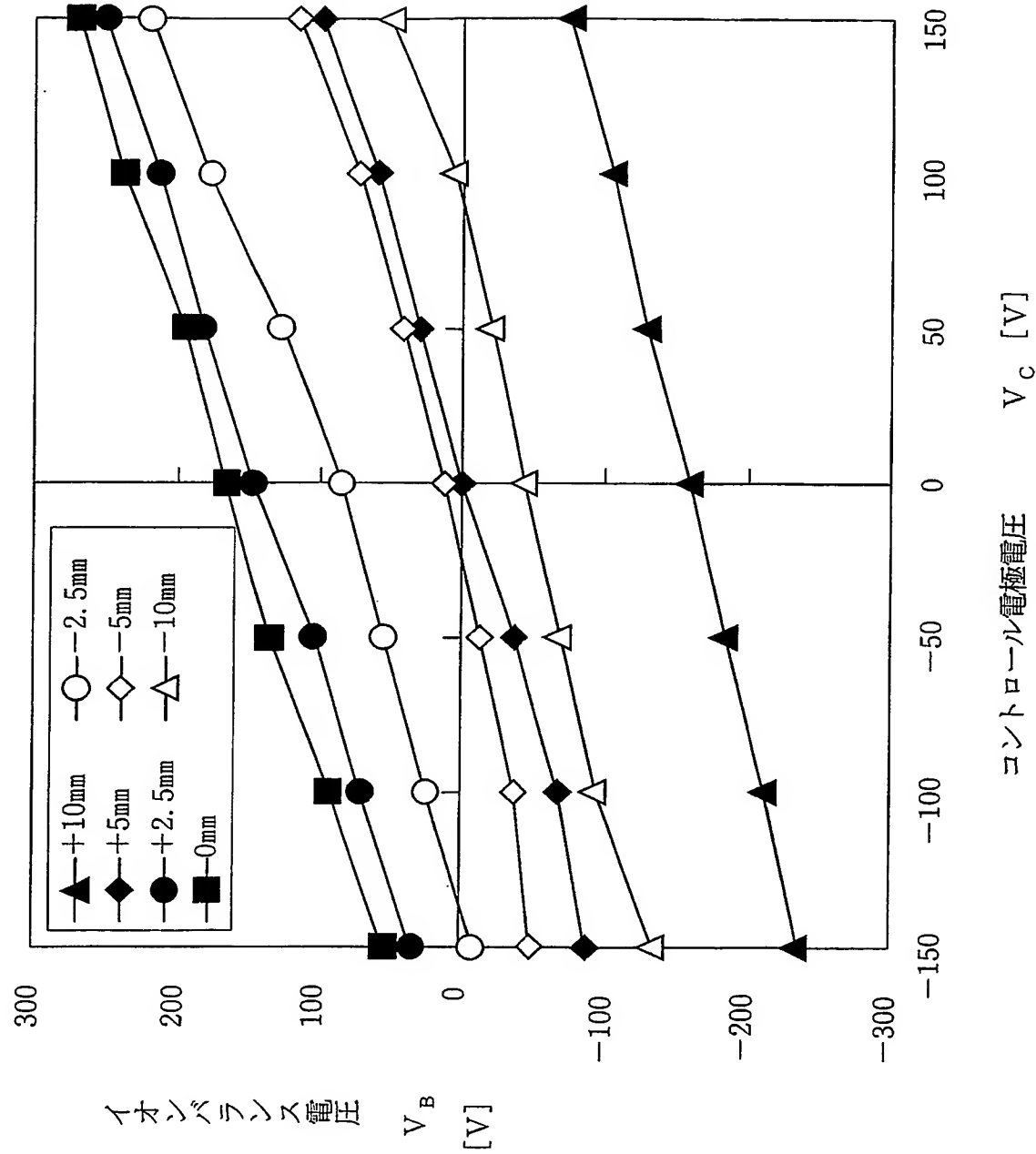
【図 2】



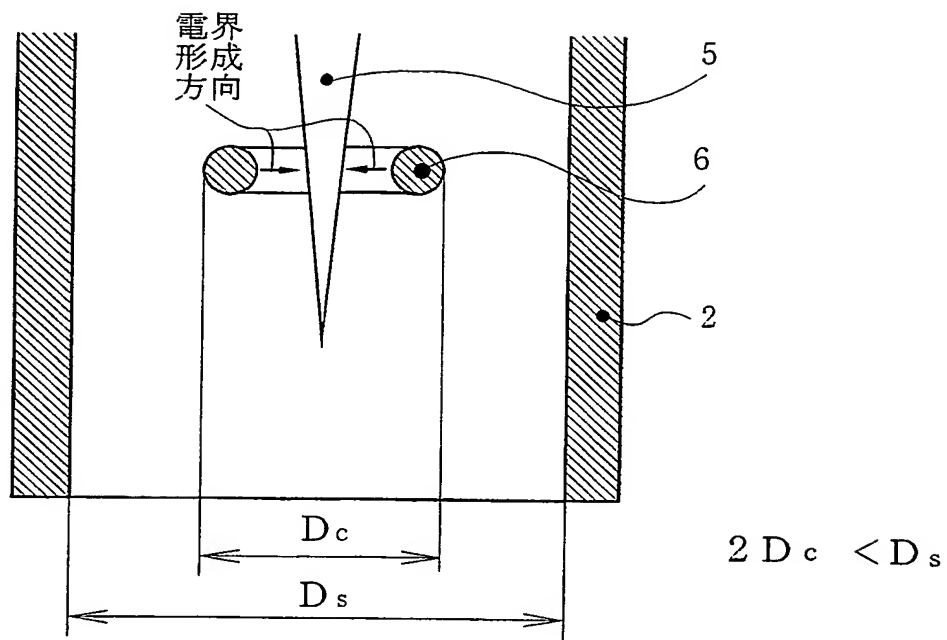
【図 3】



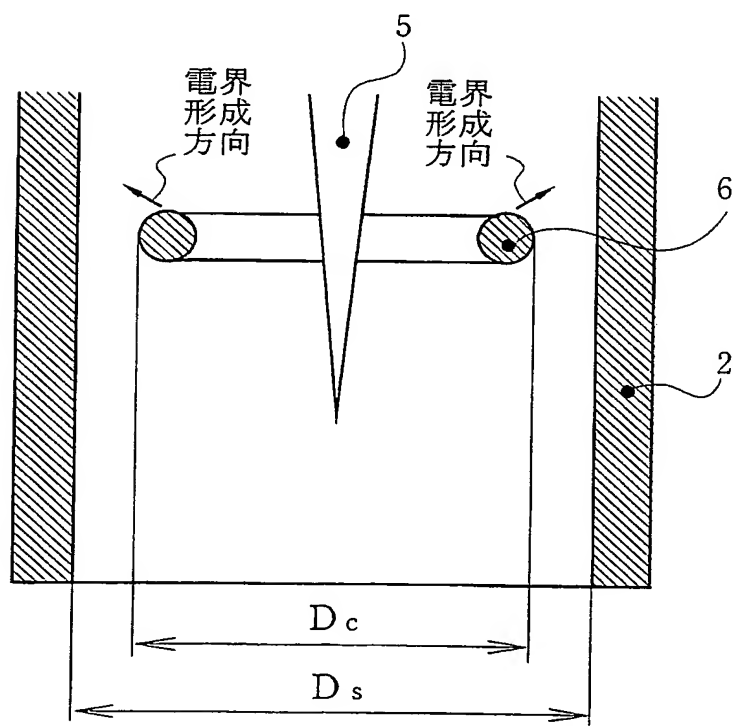
【図 4】



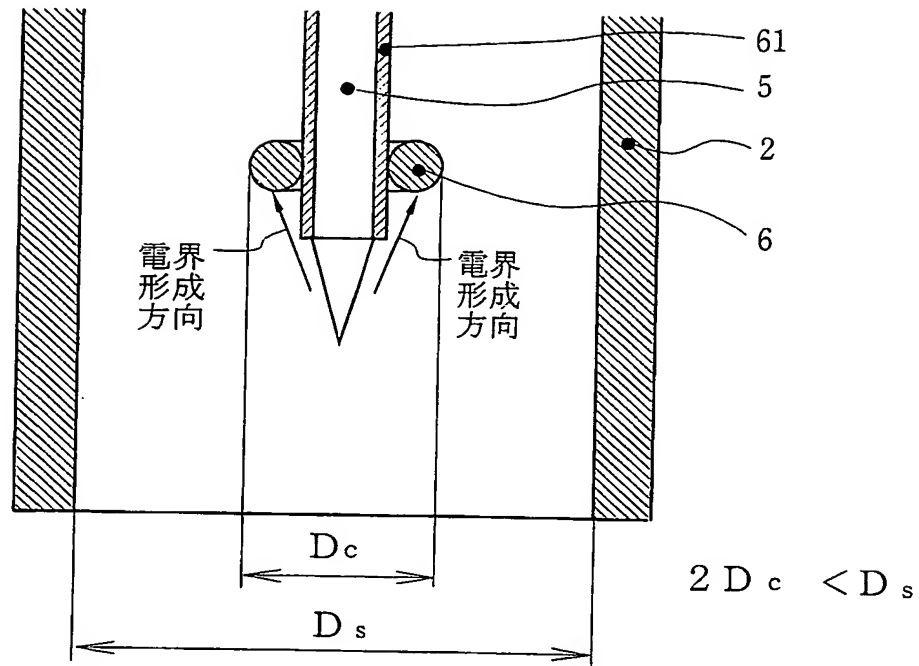
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

